

高速飛行体発射装置の特性に関する理論的ならびに 実験的研究

著者	松村 知治
号	1441
発行年	1992
URL	http://hdl.handle.net/10097/6714

氏 名	まつ 村 とも はる 松 村 知 治
授 与 学 位	博 士 (工 学)
学 位 授 与 年 月 日	平 成 5 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 根 拠 法 規	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項
研究科, 専攻の名称	東北大学大学院工学研究科 (博士課程) 機械工学専攻
学 位 論 文 題 目	高速飛行体発射装置の特性に関する理論的 ならびに実験的研究
指 導 教 官	東北大学教授 高山 和喜
論 文 審 査 委 員	東北大学教授 高山 和喜 東北大学教授 小林 陵二 東北大学教授 嶋 章 東北大学教授 神山 新一 東北大学助教授 佐宗 章弘

論 文 内 容 要 旨

本論文は高速飛行体発射装置の特性を, 高速流体力学・衝撃波工学の立場から数値解析的・実験的に解明した結果を取りまとめたもので, 全編5章より構成される。

第 1 章 緒 論

第 2 章 高速飛行体発射装置の特性解析

二段式軽ガス銃内部の気体の挙動を二次元非定常軸対称流れとして, 二次精度風上型TVD 差分法を適用した数値シミュレーション法を開発し, 従来のランダムチョイス法で行われた準一次元計算では近似的に扱われた断面積変化の効果を正確に解析に取り入れた。二段式軽ガス銃出口の飛行体速度で評価した, この数値シミュレーションの結果は, 従来の実験結果とよく合った。この結果を踏まえ, 二段式軽ガス銃の特性を支配する作動パラメーターを種々組み合わせた数値計算を実行し, 二段式軽ガス銃の特性を最適にする条件を定量的に求めた。

第 3 章 高速飛行体発射装置の実験・計測技術

高速飛行体発射装置の実験, 特に VISAR 速度干渉計を用いて計測した一段式火薬銃の作動特性に関して述べる。円筒形の飛行体が, 種々の推進薬量に対して, 装置の内部を静止から最大速度で

射出されるまでの加速過程を定量的かつ高精度に計測した。また、推進薬の燃焼によって発生する高圧を保持する隔膜の破断強度が、飛行体の加速過程に及ぼす影響を明らかにした。

高速飛行体発射装置で射出した飛行体まわりの流れを定量的に計測する手段として、ホログラフィー干渉計法による光学可視化を実施し、この種の実験計測に有効であることを実証した。また、TVD差分法を用いた二次元軸対称数値計算を実施して実験結果との比較を行い、超音速飛行体まわりの流れ構造の基本的な模擬が可能であることを示した。

第 4 章 応用を目指した基礎研究

第 2 章および第 3 章の研究成果を背景に、二段式軽ガス銃の開発に必要な諸元を求め、宇宙船あるいは宇宙構造をスペース・デブリの衝突から守るための、バンパー・シールドの基礎研究に供する、高性能な小型二段式軽ガス銃の設計に関する応用について述べる。本論文で示した装置の特性解析手法ならびに設計法が、今後、この種の装置開発に有効な手段となることを明らかにした。

第 5 章 結 論

審 査 結 果 の 要 旨

超音速あるいは極超音速自由飛行実験装置に関する研究は注目を集めている。また、高速飛行体を試片に衝突させる、衝撃超高圧発生法は材料科学の重要な実験法の一つとなっている。しかし、このような高速飛行を安定に再現性よく実現するためには、多くの高速空気力学の問題点が未解決のまま残されている。また、高速飛行体発射に関する研究は、まだ確立したと言うには遠く、また、高速流体力学ないし衝撃波工学の面から追求しようとする試みは始まったばかりに過ぎない。

本論文は、高速飛行体発射装置の特性を、高速流体力学・衝撃波工学の立場から実験的、数値解析的に解明した結果をとりまとめたもので、全編5章よりなる。

第1章は緒論である。

第2章では、二段式軽ガス銃内部の流動を二次元非定常軸対称流れとしてTVD差分法を適用した数値シミュレーション法を開発し、従来の準一次元計算で近似的に扱われた断面積変化の効果を正確に解析に取入れた。二段式軽ガス銃の出口速度で評価した、この数値シミュレーションの結果は、従来の実験結果とよく一致した。この結果を基礎に、二段式軽ガス銃の特性を支配する作動パラメータを種々組み合わせた数値計算を実行し、二段式軽ガス銃の特性を最適にする条件を求めた。以上の知見は有用な成果である。

第3章では、高速飛行体発射装置の実験、特に、VISAR速度干渉計を用いて計測した一段火薬銃の特性に関して述べる。円筒形の飛行体が、種々の推進薬量に対して、静止から最大速度に至までの加速履歴を定量的に明らかにし、また、推進薬の燃焼によって発生する高圧を保持する隔膜の破断強度が、加速履歴に及ぼす影響を明らかにした。これは、高速飛行体発射装置の研究における、重要な研究成果である。また、飛行体まわりの流れを定量的に光学可視化できることを実証した。これは、今後の研究の動向を示す重要な成果である。

第4章では、以上の研究成果を背景に、二段式軽ガス銃の開発に必要な諸元をもとめ、宇宙船をスペース・デブリの衝突から守るための、バンパー・シールドの基礎研究に供する、高性能な小型二段式軽ガス銃の設計に関する応用について述べる。本論文で示した設計法が、今後、この種の装置の開発に非常に有効な手段となることを明らかにした。

第5章は、結論である。

以上要するに本論文は、高速飛行体発射装置の開発を目的とし、一段火薬銃および二段式軽ガス銃の諸特性を実験的、数値解析的に詳細に、系統的に解明したもので、流体力学、衝撃波工学の発展に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は博士（工学）の学位論文として合格と認める。